

Die Erfindung betrifft eine Anzeige für ein optisches Instrument, z. B. eine Anzeige an einem Vermessungsinstrument wie einem automatischen Nivelliergerät oder einem Theodoliten mit Fernrohrsystem.

Ein Vermessungsinstrument wie ein automatisches Nivelliergerät oder ein Theodolit hat grundsätzlich ein Kollimationsfernrohr, eine Libelle und Skalen zum Messen eines Drehwinkels (Azimutwinkels) oder eines Elevationswinkels. Ein typisches Kollimationsfernrohr für ein automatisches Nivelliergerät enthält, von der Objektseite her gesehen, eine Objektivlinsengruppe, eine Fokussierlinsengruppe, ein Horizontal-Kompensations- und Bildumkehrsystem und eine Okularlinsengruppe. Die Position der Fokussierlinse wird entsprechend der Objektentfernung so eingestellt, daß ein Objektbild auf einer Strichplatte (Fokussierplatte) erzeugt werden kann. Der Benutzer kann somit das auf der Strichplatte erscheinende Bild über das Okular betrachten.

Vermessungsinstrumente wie ein automatisches Nivelliergerät haben bisher keine Entfernungsmesseinrichtung, die die Objektentfernung anzeigen kann. Insbesondere hat das automatische Nivelliergerät keine Funktion zur Entfernungsmessung, obwohl es vorzugsweise an einer Position gleicher Abstände zu zwei Meßpunkten anzuordnen ist. Daher wurde bisher die Position des automatischen Nivelliergeräts üblicherweise nach Erfahrung und Beurteilung durch den Benutzer festgelegt. Es wäre günstig, wenn die Entfernung zum Meßpunkt dem Benutzer angezeigt werden könnte.

Es ist ein Kollimationsfernrohr mit automatischer Fokussiereinrichtung für ein Vermessungsinstrument bekannt. Dabei wird die Fokussieroperation gestoppt, auch wenn sie nicht genau ausgeführt wird, so lange der Fehlbetrag so klein ist, daß der Benutzer den Eindruck eines fokussierten Bildes hat. Das Messen der Objektentfernung kann aber bei einem solchen Fehlbetrag zu einem großen Entfernungsfehler führen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Entfernungsanzeige für ein optisches Instrument zu ermöglichen, bei dem die Fokussierung automatisch mittels Bewegung einer Fokussierlinsengruppe erfolgt und Fehler der beschriebenen Art vermieden werden.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 oder 13. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Da die Entfernungsanzeige eines durch ein Vermessungsinstrument mit Kollimationsfernrohr anvisierten Objekts aus dem Abstand zwischen der Objektivlinsengruppe des Kollimationsfernrohrs und der Fokussierplatte abgeleitet wird und wenn die Brennweite der Objektivlinsengruppe und der Fokussierlinsengruppe sowie der Abstand zwischen der Objektivlinsengruppe und der Fokussierlinsengruppe bekannt sind, kann die Objektentfernung leicht bestimmt werden. Wenn der Bewegungsbetrag der Fokussierlinsengruppe gegenüber einer Referenzposition (beispielsweise der Unendlicheinstellung) erfaßt wird, erhält man die Objektentfernung.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 das Blockdiagramm der wichtigsten Teile eines automatischen Nivelliergeräts, bei dem die Erfindung zur Anwendung kommt,

Fig. 2 das Sichtfeld mit Entfernungsanzeige in einem Nivelliergerät nach **Fig. 1**,

Fig. 3 das Blockdiagramm der wichtigsten Elemente eines weiteren automatischen Nivelliergeräts, in dem die Erfindung zur Anwendung kommt,

Fig. 4 eine schematische Darstellung optischer Elemente zum Erfassen einer Objektentfernung,

Fig. 5 das Flußdiagramm einer Teiloperation (START) bei einer automatischen Fokussierung,

Fig. 6 das Flußdiagramm einer Teiloperation (VDD LOOP) bei der automatischen Fokussierung,

Fig. 7 das Flußdiagramm einer Teiloperation (AF OPERATION) bei der automatischen Fokussierung,

Fig. 8 das Flußdiagramm einer Teiloperation (IMPULSBERECHNUNG) bei der automatischen Fokussierung,

Fig. 9 das Flußdiagramm einer Teiloperation (ANTRIEBSRICHTUNGS-PRÜFUNG) bei der automatischen Fokussierung,

Fig. 10 das Flußdiagramm einer Entfernungsanzeigeoperation, und

Fig. 11 das Flußdiagramm einer weiteren Entfernungsanzeigeoperation.

In **Fig. 1** ist als Beispiel ein automatisches Nivelliergerät mit automatischer Fokussiereinrichtung dargestellt. Das automatische Nivelliergerät **10** enthält eine Kollimations-Objektivlinsengruppe **11** positiver Brechkraft und eine Fokussierlinsengruppe **12** negativer Brechkraft, die als optisches Objektivsystem dienen, ein optisches Horizontal-Kompensationssystem **13**, ein optisches Teilungssystem **16**, eine erste Fokussierplatte **14a** und eine zweite Fokussierplatte **14b**, die eine Strichplatte **14** bilden, und eine Okularlinsengruppe **15** positiver Brechkraft (optisches Betrachtungssystem). Diese Einheiten sind in der angegebenen Reihenfolge von links nach rechts (**Fig. 1**) angeordnet.

Das Horizontal-Kompensationssystem **13** ist an sich bekannt und enthält ein erstes Kompensationsprisma **13a**, einen Kompensationsspiegel **13b** und ein zweites Kompensationsprisma **13c** in symmetrischem Aufbau. Das Kompensationssystem **13** hängt mit einer Kette o. ä. an einer Achse (nicht dargestellt). Der zwischen dem Kompensationsspiegel **13b** und dem ersten Kompensationsprisma **13a** gebildete Winkel stimmt absolut mit dem zwischen dem Kompensationsspiegel **13b** und dem zweiten Kompensationsprisma **13c** gebildeten Winkel überein. Dieser Winkel von z. B. 30° ändert sich anhängig von der Länge der Kette usw. Wenn das Horizontal-Kompensationssystem **13** so eingestellt ist, daß die optischen Achsen der Objektivlinsengruppe **11** und der Fokussierlinsengruppe **12** weitgehend parallel liegen (um etwa 10 bis 15 Minuten gegenüber der Horizontalen geneigt), so wird auf das erste Kompensationsprisma **13a** fallendes Licht gegenüber der Horizontalen um denselben Betrag abgelenkt, jedoch wird das an dem ersten Kompensationsprisma **13a**, dem Kompensationsspiegel **13b** und dem zweiten Kompensationsprisma **13c** reflektierte Licht weitgehend kollimiert.

Die Fokussierlinsengruppe **12** hat eine Zahnstange **12a**, die mit einem Ritzel **12b** in Eingriff steht. Wird das Ritzel **12b** gedreht, um die Fokussierlinsengruppe **12** in Richtung der optischen Achse zu bewegen, so wird ein mit der Objektivlinsengruppe **11** und der Fokussierlinsengruppe **12** erzeugtes Bild längs der optischen Achse verschoben. Der Benutzer betrachtet das auf der Fokussierplatte **14** erzeugte Objektbild zusammen mit einem Fadenkreuz usw. über das Okular **15**.

Unter der Fokussierplatte **14** befindet sich eine Anzeige **17**. Das Sichtfeld der Anzeige **17** ist in **Fig. 2** dargestellt und zeigt nicht nur die Entfernungsinformation des Objekts **9** an, sondern auch die abgeschlossene bzw. noch nicht beendete

Fokussierung sowie die laufende Betriebsart, nämlich automatische Fokussierung (AF) oder manuelle Fokussierung (MF).

Ein Strahlenteiler (halbdurchlässiger Spiegel) 16 ist im Strahlengang zwischen der Objektivlinsengruppe 11 und der Fokussierplatte 14 angeordnet und teilt das Licht (oder den Lichtweg). Ein Fokus-Erfassungssystem (Fokusdetektor) 20 ist in dem abgeteilten Lichtweg angeordnet und erfaßt den Fokussierzustand (Zustand des erzeugten Bildes) an einer äquivalenten Bildfläche 14A, die in optisch äquivalenter Lage zur Fokussierplatte 14 angeordnet ist. Die Fokussierlinse 12 wird mit einem Linsenantrieb 30 entsprechend Ausgangssignalen des Fotodetektors 20 bewegt.

Der Fokusdetektor 20 enthält einen AF-Sensor 21, der der äquivalenten Bildfläche 14A benachbart ist, so daß der Defokusbetrag (Defokus, vordere Fokusslage, hintere Fokusslage) entsprechend dem Ausgangssignal des AF-Sensors 21 erfaßt werden kann, dessen Struktur an sich bekannt ist. Der AF-Sensor ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Sensor, der nach dem Phasenanpassungsprinzip arbeitet, bei dem das Objektbild auf der äquivalenten Bildfläche 14A mit einer Kondensorlinse und zwei Trennlinsen (Abbildungslinsen) geteilt wird, die einen Abstand identisch mit der Basislänge zueinander haben. Die Abbildung des geteilten Bildes erfolgt auf zwei CCD-Liniensensoren. Diese enthalten jeweils eine Anzahl fotoelektrischer Wandler, die das aufgenommene Objektbild in elektrische Ladungen umsetzen, welche integriert werden. Die integrierten Ladungen werden nacheinander als AF-Sensordaten ausgegeben. Diese werden mit einem Vorverstärker 22 verstärkt, bevor sie einer Rechen/Steuerschaltung 23 zugeführt werden. Diese berechnet den Defokusbetrag in einer vorbestimmten Defokusberechnung aus den AF-Sensordaten. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird aus dem Defokusbetrag auch die Verstellung und die Bewegungsrichtung eines AF-Motors 31 (Impulsanzahl eines Codierers 33, im folgenden als AF-Impulszahl bezeichnet) berechnet, die zum Bewegen der Fokussierlinse 12 erforderlich ist, bis der Defokusbetrag Null wird. Die AF-Impulszahl wird in einen Impulzzähler 23a der Rechen/Steuerschaltung 23 eingegeben.

Die Rechen/Steuerschaltung 23 steuert den AF-Motor 31 über einen AF-Motortreiber 25 mit einer Drehrichtung, bei der der AF-Impulzzähler 23a durch Erfassen des Ausgangssignals des Codierers 33 verringert wird. Die Drehung des AF-Motors 31 wird über ein Kupplungs- und Untersetzungsgetriebe 32 auf das Ritzel 12b übertragen, um die Zahnstange 12a und damit die Fokussierlinsengruppe 12 zu verstellen. Die Rechen/Steuerschaltung 23 steuert auch die Antriebsgeschwindigkeit und das Stillsetzen des AF-Motors 31 abhängig von dem Zählerstand des AF-Impulzzählers 23a. Ist der Zählerstand größer als ein vorbestimmter Wert, so ist die Antriebsdrehzahl hoch, ist der Zählerstand kleiner als der vorbestimmte Wert, so ist die Antriebsgeschwindigkeit gering, um ein Bremsen usw. zu ermöglichen.

Die Rechen/Steuerschaltung 23 erfaßt den Defokusbetrag (d. h. erfaßt die Fokussierung) des Objekts 9 mit dem Fokusdetektor 20 und dem Linsenantrieb 30, um die Fokussierlinsengruppe 12 in Richtung der optischen Achse zu verstellen.

Wenn der Absolutbetrag der Defokussierung kleiner als ein vorbestimmter Betrag ist, so wird der Linsenantrieb 30 an dieser Stelle stillgesetzt, dieser Zustand wird als Fokussierzustand bezeichnet. Damit ist die Fokussierung des Objekts 9 im wesentlichen abgeschlossen.

Die Fokussierlinsengruppe 12 (Zahnstange 12a) ist mit einem Bewegungsdetektor 19 versehen, der den Verstellbetrag der Fokussierlinsengruppe 12 gegenüber einer Unendlicheinstellung erfaßt. Die Objektentfernung wird im fokussierten Zustand einheitlich definiert entsprechend den Brennweiten der Objektivlinsengruppe 11 und der Fokussierlinsengruppe 12, dem Abstand zwischen der Objektivlinsengruppe 11 und der Fokussierplatte 14 und dem Abstand zwischen der Objektivlinsengruppe 11 und der Fokussierlinsengruppe 12. Wenn der Bewegungsbetrag der Fokussierlinsengruppe 12 mit dem Bewegungsdetektor 19 erfaßt ist, kann die Objektentfernung ermittelt werden. Somit ermittelt die Rechen/Steuerschaltung 23 die Objektentfernung aus dem Verstellbetrag der Fokussierlinsengruppe 12, der mit dem Bewegungsdetektor 19 erfaßt wird, und zeigt sie auf der Anzeige 17 an.

Der Bewegungsdetektor 19 kann beispielsweise ein an sich bekannter Mechanismus mit Codeplatte und Gleitkontakten sein, der die Absolutposition der Fokussierlinsengruppe 12 erfaßt. Der Bewegungsdetektor 19 kann auch z. B. ein optischer Codierer sein, der die Relativposition der Fokussierlinsengruppe 12 erfaßt, nämlich den Verstellbetrag gegenüber einer Referenzposition (Unendlicheinstellung).

Der Fokusdetektor 20 ist mit einem AF-Startschalter 27 versehen, um die automatische Fokussierung zu starten, sowie mit einem Fokussierknopf 34, um die Fokussierbetriebsart umzuschalten, sowie mit einem AF-Schalter 29, der die automatische Fokussierung feststellt (d. h. die Betriebsart, die nicht die manuelle Fokussierung ist).

Das Ritzel 12b wird entweder bei manueller Fokussierung mit dem Fokussierknopf 34 oder bei automatischer Fokussierung entsprechend dem Signal des Fokusdetektors 20 von dem Linsenantrieb 30 gedreht. Das automatische Nivelliergerät 10 ist nämlich so aufgebaut, daß die Fokussierbetriebsart umgeschaltet werden kann zwischen der automatischen Fokussierung, bei der die Fokussierlinsengruppe 12 entsprechend dem Ausgangssignal des Fokusdetektors 20 angetrieben wird, und der manuellen Fokussierung, bei der die Fokussierlinsengruppe 12 manuell unabhängig vom Ausgangssignal des Fokusdetektors 20 angetrieben wird.

Wird der Fokussierknopf 34 in axialer Richtung bewegt, so ergibt sich die manuelle Fokussierung, und wenn der Fokussierknopf 34 in der anderen axialen Richtung bewegt wird, so ergibt sich die automatische Fokussierung. Wird der Fokussierknopf 34 auf manuelle Fokussierung geschaltet, so koppelt das Kupplungs- und Untersetzungsgetriebe 32 den AF-Motor 31 ab, und wenn der Fokussierknopf 34 auf automatische Fokussierung geschaltet wird, so koppelt das Kupplungs- und Untersetzungsgetriebe 32 den AF-Motor 31 an. Das Kupplungs- und Untersetzungsgetriebe 32 kann so aufgebaut sein, daß es die Verbindung mit dem Fokussierknopf 34 zu jedem Zeitpunkt unabhängig von seiner Position beibehält, oder daß es von dem Fokussierknopf 34 getrennt wird, wenn dieser auf automatische Fokussierung geschaltet wird. Die Rechen/Steuerschaltung 23 erfaßt, ob der Fokussierknopf 34 auf automatische Fokussierung geschaltet ist, wenn der AF-Schalter 29 in der Stellung AUS ist.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem das automatische Nivelliergerät 10 einen Anzeigeprojektor 172 über dem Strahlenteiler 16 enthält, mit dem die Anzeigedaten wie die Entfernungsinformation projiziert werden. Das von dem Projektor 172 projizierte Anzeigelicht fällt über eine Projektionsoptik 173 auf den Strahlenteiler 16. Das Licht wird dann an der Fläche des Strahlenteilers 16, an der das geteilte Licht reflektiert wird, auf die Fokussier-

platte 14 so reflektiert, daß es auf deren unteren Teil fällt. Da die Projektionsoptik 173 so eingestellt ist, daß sie auf die Fokussierplatte 14 fokussiert ist, wird auf ihrem unteren Teil die Objektentfernung sowie die Fokussierbetriebsart AF oder MF und der Fokussierzustand angezeigt, wie es Fig. 2 zeigt. Die Projektion der Entfernungsinformation mit dem Projektor 172 wird mit der Rechen/Steuerschaltung 23 gesteuert.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel dafür, wie die Objektentfernung aus der Position der Fokussierlinsengruppe 12 abgeleitet wird. Das dargestellte Linsensystem ist eine Innenfokussieroptik zum Erzeugen eines Bildes auf einer Fokussierfläche P an fester Position mit einer festen Objektivlinsengruppe L1 und einer beweglichen Fokussierlinsengruppe L2 ähnlich wie bei dem Kollimationsfernrohr in Fig. 1. Die Marken G1 und G2 entsprechen den Hauptpunkten der Objektivlinsengruppe L1 und der Fokussierlinsengruppe L2.

Es ergeben sich die folgenden Formeln, in denen f_1 die Brennweite der Objektivlinsengruppe L1, f_2 die Brennweite der Fokussierlinsengruppe L2, L der Abstand des Hauptpunktes G1 der Objektivlinsengruppe L1 zur Fokussierfläche P, a der Abstand von dem Hauptpunkt G1 zum Objekt 9 (im folgenden Objektentfernung genannt), b der Abstand von dem Hauptpunkt G1 der Objektivlinsengruppe L1 zu einem Bildpunkt I1 des Objekts 9, d der Abstand zwischen den Hauptpunkten G1 und G2, a' der Abstand von dem Hauptpunkt G2 der Fokussierlinsengruppe L2 zum Brennpunkt f_1 der Objektivlinsengruppe L1 und b' der Abstand von dem Hauptpunkt G2 der Fokussierfläche P ist. In folgenden Formeln sind die Brennweiten f_1 und f_2 und der Abstand L von dem Hauptpunkt G1 zur Fokussierfläche P unveränderliche Werte, so lange das optische Abbildungssystem ein Innenfokussiersystem ist, und der Linsenabstand $d + \Delta d$ ist eine variable Zahl abhängig von der Objektentfernung a.

Abbildung mit der Objektivlinsengruppe:

$$\frac{1}{-a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f_1} \quad \dots(1)$$

Abbildung mit der Fokussierlinsengruppe:

$$\frac{1}{-a'} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{f_2} \quad \dots(2)$$

Daraus ergibt sich bei $L = \text{const.}$ und $b' = bm'$ für $a = \infty$:

$$-\frac{1}{f_1 - d} + \frac{1}{bm'} = \frac{1}{f_2}$$

Daher ist:

$$bm' = \frac{f_2(f_1 - d)}{f_1 + f_2 - d} \quad \dots(3)$$

Wird der Hauptpunkt G2 der Fokussierlinsengruppe L2 um Δd verschoben, so ist

$$b' = bm' - \Delta d \quad (4)$$

Formel (2) kann folgendermaßen umgeschrieben werden:

$$a' = \frac{f_2 \cdot b'}{f_2 - b'} \quad \dots(5)$$

Daher ergibt sich der Abstand d' zwischen den Hauptpunkten G1 und G2:

$$d' = d + \Delta d \quad (6)$$

Dann ist der Abstand b zum Bildpunkt I1 des Objekts 9

$$b = d' + a' \quad (7)$$

Formel (1) kann folgendermaßen umgeschrieben werden:

$$a = \frac{f_1 \cdot b}{f_1 - b} \quad \dots(8)$$

In den vorstehenden Formeln sind die Brennweiten f_1 und f_2 , die Abstände L vom Hauptpunkt G1 zur Fokussierfläche P und der Abstand d zwischen den Linsen feste Werte. Wenn der Verstellbetrag Δd der Fokussierlinsengruppe L2 gemes-

sen wird, kann die Objektentfernung a durch Anwenden der Formeln (3) bis (8) erhalten werden.

Die vorstehenden Formeln betreffen die Operation zum Ableiten der Objektentfernung für ein Innenfokus-Fernrohrsystem. Bei einem Fernrohrsystem, das die Objektivlinsengruppe insgesamt bewegt, ergibt sich die Objektentfernung a durch

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

wobei

- 10 -

$$a = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{b}}$$

Die vorstehenden Formeln sind Beispiele zum Ableiten der Objektentfernung a durch Berechnung. Es ist aber auch möglich, diesen Wert durch Ablesen von Objektentfernungsdaten aus einer Tabelle zu erhalten. Die Tabelle ist in einem Speicher (EEPROM 26) gespeichert und ergibt sich durch Berechnung aus dem Zusammenhang der Objektentfernung a mit dem Verstellbetrag Δd der Fokussierlinsengruppe L2 für einen jeden vorbestimmten Schritt der Fokussierlinsengruppe L2. Wird der Verstellbetrag der Fokussierlinsengruppe L2 erfaßt, so können die Objektentfernungsdaten als Tabellendaten ausgelesen werden. Die folgenden Tabellen 1 und 2 zeigen ein Beispiel des entsprechenden Zusammenhangs, wobei $f_1 = 90,162$ mm, $f_2 = -52,165$ mm, $d = 55,452$ mm ist. Ergibt sich in diesem Fall die Objektentfernung a entsprechend einem Verstellbetrag der Fokussierlinsengruppe L2, der nicht in Form von Tabellendaten vorliegt, durch Interpolation, so erhält man eine genauere Objektentfernung a .

DE 198 23 076 A 1

Tabelle 1

	$\Delta d(mm)$	b'	a'	d'	b	$a(mm)$
5	0,00	103,73	34,710	55,45	90,16	$-\infty$
	0,10	103,63	34,699	55,55	90,25	-91639
	0,20	103,53	34,688	55,65	90,34	-45868
10	0,30	103,43	34,676	55,75	90,43	-30611
	0,40	103,33	34,665	55,85	90,52	-22983
	0,50	103,23	34,654	55,95	90,61	-18406
15	0,60	103,13	34,643	56,05	90,69	-15354
	0,70	103,03	34,631	56,15	90,78	-13175
	0,80	102,93	34,620	56,25	90,87	-11540
20	0,90	102,83	34,609	56,35	90,96	-10269
	1,00	102,73	34,597	56,45	91,05	-9252
	1,10	102,63	34,586	56,55	91,14	-8420
25	1,20	102,53	34,575	56,65	91,23	-7726
	1,30	102,43	34,563	56,75	91,32	-7139
	1,40	102,33	34,552	56,85	91,40	-6636
30	1,50	102,23	34,540	56,95	91,49	-6200
	1,60	102,13	34,529	57,05	91,58	-5819
	1,70	102,03	34,518	57,15	91,67	-5482
35	1,80	101,93	34,506	57,25	91,76	-5183
	1,90	101,83	34,495	57,35	91,85	-4916
	2,00	101,73	34,483	57,45	91,94	-4675
40	2,10	101,63	34,472	57,55	92,02	-4457
	2,20	101,53	34,460	57,65	92,11	-4259
	2,30	101,43	34,449	57,75	92,20	-4078
45	2,40	101,33	34,437	57,85	92,29	-3912
	2,50	101,23	34,426	57,95	92,38	-3759
	2,60	101,13	34,414	58,05	92,47	-3619
50	2,70	101,03	34,402	58,15	92,55	-3488
	2,80	100,93	34,391	58,25	92,64	-3367
	2,90	100,83	34,379	58,35	92,73	-3254
55	3,00	100,73	34,368	58,45	92,82	-3149

60

65

Tabelle 2

$\Delta d(mm)$	b'	a'	d'	b	$a(mm)$	
0,094	103,64	34,699	55,55	90,25	-97482	5
0,098	103,63	34,699	55,55	90,25	-93507	
0,100	103,63	34,699	55,55	90,25	-91639	
0,102	103,63	34,699	55,55	90,25	-89844	10
0,106	103,63	34,698	55,56	90,26	-86457	
0,194	103,54	34,688	55,65	90,33	-47284	
0,198	103,53	34,688	55,65	90,34	-46331	15
0,200	103,53	34,688	55,65	90,34	-45868	
0,202	103,53	34,687	55,65	90,34	-45415	
0,206	103,53	34,687	55,66	90,34	-44535	20
0,494	103,24	34,655	55,95	90,60	-18628	
0,498	103,23	34,654	55,95	90,60	-18479	25
0,500	103,23	34,654	55,95	90,61	-18406	
0,502	103,23	34,654	55,95	90,61	-18333	
0,506	103,23	34,653	55,96	90,61	-18189	30
0,919	102,81	34,606	56,37	90,98	-10059	
0,923	102,81	34,606	56,38	90,98	-10015	35
0,925	102,81	34,606	56,38	90,98	-9994	
0,927	102,81	34,606	56,38	90,98	-9973	
0,931	102,80	34,605	56,38	90,99	-9930	40

Die automatische Fokussieroperation des Nivelliergeräts **10** wird im folgenden an Hand der in **Fig. 5** bis **11** gezeigten Flußdiagramme erläutert. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Objektentfernung mit der Anzeige **17** oder dem Anzeigeprojektor **172** dargestellt, indem der Verstellbetrag der Fokussierlinsengruppe **12** mit vorbestimmten Intervallen erfaßt wird, wenn der AF-Startschalter **27** eingeschaltet wird, unabhängig von der Fokussierbetriebsart (manuell bzw. automatisch). 45

Die folgenden Flußdiagramme werden mit der Rechen/Steuerschaltung **23** abgearbeitet, wenn eine nicht dargestellte Batterie in dem Nivelliergerät **10** vorhanden ist.

Wird die Batterie eingelegt, so werden bei Schritt S101 zunächst ein internes RAM sowie Eingabe/Ausgabeports initialisiert, wonach bei Schritt S103 eine Abschaltoperation durchgeführt wird. Danach werden mit den Schritten S101 und S103 keine Operationen durchgeführt, sofern die Batterie nicht entnommen und erneut eingelegt wird. 50

Die Abschaltoperation entspricht einer Bereitschaftsoperation, bei der die Stromquelle abgeschaltet wird (mit Ausnahme für die Rechen/Steuerschaltung **23** und den Bewegungsdetektor **19**), während der AF-Startschalter **27** geöffnet ist, um seine Betätigung abzuwarten. Wird er eingeschaltet, so wird die Stromquelle eingeschaltet, um die AF-Operation (automatische Fokussierung) auszuführen. 55

Ist die Abschaltoperation abgeschlossen, so werden bei Schritt S105 Merker für die AF-Operation rückgesetzt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden mehrere Arten von Merkern rückgesetzt, einschließlich eines Fokusmerkers, der den fokussierten Zustand anzeigt, eines AFNG-Merkers, der anzeigt, daß die automatische Fokussierung nicht ausgeführt werden kann, eines Reintegrationsmerkers, der anzeigt, daß die Integrationsoperation nach Erreichen des fokussierten Zustands durchgeführt wird, und ein Such/Überlappungsmerker, der erfassen kann, daß die Integrationsoperation während der Bewegung der Fokussierlinse **12** erfolgt. 60

Ist die Rücksetzoperation für die AF-Operation abgeschlossen, so wird geprüft, ob der AF-Startschalter **27** eingeschaltet ist (Schritt S107). Da er im Anfangszustand ohne Betätigung durch den Benutzer ausgeschaltet ist, werden die AUS-Daten in den AF-Startschalterspeicher eingeschrieben (Schritte S107, NEIN; S109). Danach wird bei Schritt S113 geprüft, ob die Stromquelle eingeschaltet ist. Da sie im Anfangszustand ausgeschaltet ist (Schritt S113, NEIN), kehrt die Steuerung zu Schritt S105 zurück, und die Operationen der Schritte S107, S109 und S113 werden wiederholt. 65

Wird bei Schritt S107 festgestellt, daß der AF-Startschalter **27** geschlossen ist, so geht die Steuerung zu Schritt S111

um zu prüfen, ob der AF-Startschalterspeicher eingeschaltet ist. Ist er ausgeschaltet (dies ist bei der ersten Prüfung der Fall), so geht die Steuerung zu Schritt S119, um in den AF-Startschalterspeicher EIN-Daten einzuschreiben und einen Stromzeitgeber zu starten (Schritte S111, NEIN; S119). Wenn danach der AF-Schalter 29 eingeschaltet wird (in der AF-Betriebsart), so wird die Stromquelle eingeschaltet, um die Schaltungen zu speisen und eine VDD-Schleifenoperation auszuführen (Schritte S121; S123, JA; S125). Ist der AF-Schalter 29 ausgeschaltet, so daß die manuelle Fokussierung ausgeführt wird, so kehrt die Steuerung zu Schritt S113 zurück (Schritte S123, NEIN; S113).

Auch bei der manuellen Fokussierung wird die Stromquelle durch Einschalten des AF-Startschalters 27 eingeschaltet, wodurch jede Schaltung gespeist wird, bis der Stromzeitgeber abgelaufen ist. Somit wird die Entfernung mit der Anzeige 17 oder dem Anzeigeprojektor 172 dargestellt.

In der VDD-Schleifenoperation erfolgt die automatische Fokussierung, während der Zustand des AF-Startschalters 27 erfaßt wird, und kann die Fokussierung nicht erzielt werden, so kehrt die Steuerung zu Schritt S113 zurück.

Wenn die Steuerung in die VDD-Schleifenoperation eintritt, wird der Zustand des AF-Schalters 29 wiederum eingegeben (Schritt S201), und die Steuerung kann bei geschlossenem AF-Schalter 29 fortgesetzt werden. Ist der AF-Schalter 29 geöffnet, was der manuellen Fokussierung entspricht, so kehrt die Steuerung zu der Abschaltoperation zurück (Schritte S201; S203, NEIN; S113). Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß der AF-Schalter 29 geschlossen ist.

Ist der AF-Schalter 29 geschlossen, so wird die AF-Operation ausgeführt, um den Defokusbetrag zu erfassen und die Fokussierlinsengruppe 12 entsprechend in eine Scharfstellposition zu bringen (Schritte S203, JA; S205). Während der AF-Startschalter 27 eingeschaltet bleibt, wird bei Schritt S211 geprüft, ob der AF-Startschalterspeicher eingeschaltet ist. Da er bei Schritt S119 eingeschaltet war, werden der Fokussiermerker und der AFNG-Merker geprüft (Schritte S207, JA; S211, JA; S215; S217). Da der Fokussiermerker und der AFNG-Merker beide freigegeben sind, wenn weder eine Fokussierung noch die Unmöglichkeit der Fokussierung während der AF-Operation festgestellt wird, kehrt die Steuerung zu Schritt S201 zurück (Schritte S215, NEIN; S217, NEIN; S201). Die Operationen der Schritte S201, S203, S205, S207, S211, S215 und S217 werden wiederholt, bis der fokussierte Zustand erreicht wird und der Fokussiermerker auf 1 gesetzt ist oder der fokussierte Zustand nicht erreicht werden kann und der AFNG-Merker auf 1 gesetzt wird.

Die Fokussierlinsengruppe 12 wurde während der AF-Operation bei Schritt S205 in die Fokussierposition gebracht, und wenn der Fokussiermerker auf 1 gesetzt wird, kehrt die Steuerung zur Abschaltoperation zurück (Schritte S215, JA; S113). Kann die Fokussierung aus irgendeinem Grund nicht erreicht werden, z. B. wenn das anvisierte Objekt sich bewegt oder zu dunkel ist oder einen zu schwachen Kontrast hat, so wird der AFNG-Merker auf 1 gesetzt, um die Steuerung zur Abschaltoperation bei Schritt S113 zurückzuführen (Schritte S217, JA; S113).

Wird der AF-Startschalter 27 während der VDD-Schleifenoperation geöffnet, so geht die Steuerung von Schritt S207 zu Schritt S209, um AUS in den AF-Startschalterspeicher einzuschreiben. Die Steuerung geht dann zu Schritt S215, wobei Schritt S211 übersprungen wird (Schritte S207, JA, S209, S215).

Wenn der AF-Schalter 29 während der VDD-Schleifenoperation geöffnet wird, d. h. der Fokussierknopf 34 wird in die Stellung für manuelle Fokussierung gebracht, so kehrt die Steuerung von Schritt S203 zu Schritt S113 zurück, um die AF-Operation zu beenden (Schritte S203, NEIN; S113).

Kehrt die Steuerung zur Abschaltoperation (Schritt S113) zurück, so wird bei Schritt S113 geprüft, ob die Stromquelle eingeschaltet ist. Ist sie ausgeschaltet, so kehrt die Steuerung zu Schritt S105 zurück. Ist sie eingeschaltet und der Haltezustand wirksam, so kehrt die Steuerung zu Schritt S107 zurück (Schritte S113, JA; S115, JA; S107). Wird der Haltezustand beseitigt, so kehrt die Steuerung zu Schritt S105 zurück, indem die Abschaltoperation ausgeführt wird (Schritte S115, NEIN; S117; S105). Unter einem "Beibehalten" der Stromversorgung ist zu verstehen, daß der Stromzeitgeber noch nicht abgelaufen ist.

Im folgenden wird die AF-Operation bei Schritt S205 an Hand der in Fig. 7 bis 9 gezeigten Flußdiagramme erläutert. Wenn die Steuerung in die AF-Operation eintritt, werden der Überlappungsmerker, der Suchmerker und der Reintegrationsmerker geprüft (Schritte S301, S303, S305). Da alle Merker bei Schritt S105 in der ersten Stufe freigegeben waren, führt der AF-Sensor die Integration aus, und deren Ergebnis wird als AF-Sensordaten eingegeben, um den Defokusbetrag zu berechnen (Schritte S301, NEIN; S303, NEIN; S305, NEIN; S307). Bekanntlich erhält man bei der Berechnung des Defokusbetrages ein Korrelationsverhältnis der Daten eines AF-Sensorpaars, so daß die Richtung der Defokussierung (vordere Fokusslage oder hintere Fokusslage) und der Defokusbetrag aus dem Korrelationsverhältnis ableitbar sind.

Bei Schritt S309 wird geprüft, ob das Rechenergebnis gültig ist. Ist der Kontrast des anvisierten Objekts zu schwach oder hat das anvisierte Objekt ein sich wiederholendes Muster oder ist seine Helligkeit zu gering, so kann das Rechenergebnis ungültig sein. Ein gültiges Rechenergebnis wird üblicherweise erzielt und wird deshalb zuerst erläutert.

Ist das Rechenergebnis gültig, so wird die Fokusprüfoperation durchgeführt. Ist der fokussierte Zustand erzielt, so wird der Fokusmerker auf 1 gesetzt. Wird er nicht erzielt, d. h. es liegt eine Fehlfokussierung vor, so wird der Fokusmerker auf 0 gesetzt (Schritte S309, JA; S321). Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird von einem fokussierten Zustand ausgegangen, wenn der Defokusbetrag in einem zulässigen vorbestimmten Bereich liegt. Ergibt sich bei Schritt S323 der fokussierte Zustand, so kehrt die Steuerung zu der VDD-Schleifenoperation zurück, um die Operationen bei Schritt S207 und den folgenden Schritten auszuführen (Schritt S323, JA). Liegt eine Fehlfokussierung vor, so geht die Steuerung zu der Impulsberechnungsoperation (Schritt S323, NEIN).

Bei der in Fig. 8 gezeigten Impulsberechnungsoperation wird die Anzahl der AF-Impulse aus dem effektiven Defokusbetrag berechnet. Der Bewegungsbetrag des AF-Motors 31 (Anzahl der von dem Codierer 33 abgegebenen AF-Impulse) zum Bewegen der Fokussierlinsengruppe 12 bis zum Verschwinden des Defokusbetrages wird bestimmt.

Wenn die Steuerung in die AF-Impulsberechnungsoperation eintritt, wird die Antriebsrichtung des AF-Motors 31 und die Anzahl der AF-Impulse entsprechend dem Defokusbetrag berechnet (Schritt S331). Die erhaltene AF-Impulszahl wird in den AF-Impulszähler 23a eingesetzt, und der AF-Motor 31 wird aktiviert und die Impulsprüfung ausgeführt (Schritte S333, S335). Der Wert des AF-Impulszählers 23a wird mit jedem AF-Impuls des Codierers 33 um 1 verringert.

Bei der Impulsprüfoperation wird die Drehzahl des AF-Motors 31 entsprechend dem Wert des AF-Impulszählers 23a gesteuert. Ist der Zählerstand größer als die Überlappungsintegrations-Sperrimpulszahl, so wird der Motor 31 mit hoher Drehzahl betrieben, um die Fokussierlinse 12 schnell zur Fokussierposition zu bringen, und die Überlappungsintegration

wird gleichfalls ausgeführt. Ist der Zählerstand kleiner als die Überlappungsintegrations-Sperrimpulszahl, obwohl der AF-Motor **31** noch schnell läuft, so wird die Überlappungsintegration gesperrt. Ist der Zählerstand kleiner als eine Impulszahl für den Beginn einer Konstantgeschwindigkeitssteuerung, so wird der AF-Motor **31** mit Pulsbreitenmodulation bei geringer Drehzahl gesteuert, um eine Bewegung der Fokussierlinsengruppe über die Fokussierposition hinaus zu verhindern. Ist der Zählerstand 0, wird der AF-Motor **31** stillgesetzt.

Wenn die Steuerung in die Impulsprüfoperation eintritt, wird der Wert des AF-Impulszählers **23a** mit der Überlappungsintegrations-Sperrimpulszahl verglichen (Schritt S341). Ist der Zählerstand größer als die Sperrimpulszahl, so geht die Steuerung zu Schritt S343, bei dem der Überlappungsmerker auf 1 gesetzt wird. Danach beginnt die Überlappungsintegration, und die AF-Sensordaten werden von dem AF-Sensor **21** abgegeben, um die Defokusbetragsrechnung auszuführen (Schritte S341, NEIN; S343; S345). Ist das Rechenergebnis gültig, so geht die Steuerung zu der Antriebsrichtungsprüfoperation (Schritt S347: JA), ist das Rechenergebnis ungültig, so wird die Steuerung zurückgeführt (Schritt S347, NEIN).

Bei der Antriebsrichtungsprüfoperation nach Fig. 9 wird die AF-Impulszahl aus den AF-Sensordaten, die sich durch Integration während des Betriebs des AF-Motors **31** ergeben, berechnet und in den Zähler eingesetzt. Ändert sich die Antriebsrichtung, so wird der AF-Motor **31** gebremst und stillgesetzt. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird der AF-Motor **31** durch Kurzschluß an seinen Anschlußklemmen gebremst.

Wenn die Steuerung in die Antriebsrichtungsprüfoperation eintritt, wird der Überlappungsmerker auf 1 gesetzt, und der Suchmerker wird auf 0 gesetzt (Schritt S361). Danach werden die vorherige und die gegenwärtige Antriebsrichtung der Fokussierlinsengruppe **12** entsprechend dem Rechenergebnis (Schritt S363) verglichen. Stimmen die Richtungen überein, so wird die AF-Impulszahl an einem mittleren Punkt der Integration berechnet, so daß der berechnete Wert mit dem Zähler eingestellt wird (Schritte S363, JA; S365). Dann kehrt die Steuerung zurück. Ändert sich die Antriebsrichtung, so wird der AF-Motor **31** gebremst und stillgesetzt. Der Überlappungsmerker wird auf 0 und der Reintegrationsmerker auf 1 gesetzt. Danach kehrt die Steuerung zu der VDD-Schleifenoperation zurück (Schritte S363, NEIN; S367; S369; S371).

Kehrt die Steuerung zu der VDD-Schleifenoperation zurück, so werden die Operationen von Schritt S207 und folgenden ausgeführt, und die Steuerung tritt nochmals in die AF-Operation ein. Tritt keine Änderung der Antriebsrichtung auf, so geht die Steuerung aus Schritt S301 zu der Impulsprüfoperation, da der Überlappungsmerker auf 1 gesetzt ist. Die Operationen der Schritte S341 bis S347 und die Operationen der Antriebsrichtungsprüfung von Schritt S361 bis S365 werden durchgeführt, und die Steuerung kehrt zu Schritt S205 für die Impulsprüfoperation zurück. Diese Operationen werden wiederholt, bis der Zählerstand kleiner als die Sperrimpulszahl ist.

Bei der vorstehend beschriebenen AF-Operation wird normalerweise die zum Bewegen der Fokussierlinsengruppe **12** in die Fokussierposition erforderliche AF-Impulszahl verringert und wird kleiner als die Überlappungsintegrations-Sperrimpulszahl. Somit geht die Steuerung von Schritt S341 zu Schritt S349 der Impulsprüfoperation.

Die Operationen von Schritt S349 bis S355 stoppen den AF-Motor **31** bei Abschluß des Antriebs entsprechend der berechneten AF-Impulszahl. Bei Schritt S349 geht die Steuerung nicht weiter, bis die AF-Impulszahl kleiner als die Startimpulszahl für Konstantdrehzahl ist. Wenn die AF-Impulszahl kleiner als die Startimpulszahl ist, wird der AF-Motor **31** mit geringer Drehzahl entsprechend der restlichen AF-Impulszahl angetrieben. Ist die AF-Impulszahl 0, so wird der AF-Motor **31** stillgesetzt (Schritte S349, JA; S351; S353, NEIN). Wird der AF-Motor **31** stillgesetzt, so wird der Überlappungsmerker auf 0 und der Reintegrationsmerker auf 1 gesetzt (Schritte S353, JA; S355). Dann kehrt die Steuerung zur VDD-Schleifenoperation zurück.

Wenn die Steuerung zu Schritt S205 der VDD-Schleifenoperation übergeht, so tritt sie dann bei Schritt S305 in die Reintegrationsoperation ein, da der Überlappungsmerker und der Suchmerker auf 0 und der Reintegrationsmerker auf 1 gesetzt sind. Dasselbe gilt, wenn die Antriebsrichtung bei Schritt S363 geändert wird.

Bei der Reintegrationsoperation wird der Defokusbetrag berechnet und geprüft, ob das Fernrohr entsprechend dem Defokusbetrag fokussiert wurde oder nicht. Wird der fokussierte Zustand erreicht, so wird der Fokusmerker auf 1 gesetzt. Wird er nicht erreicht, so wird die AF-Impulszahl nochmals berechnet, um die Fokussierlinsengruppe **12** zu verstellen.

Wenn die Steuerung zur VDD-Schleifenoperation bei auf 1 gesetztem Fokussiermerker zurückkehrt, geht sie von Schritt S215 in die Abschalteoperation. Somit endet die AF-Operation, und die Steuerung wartet auf die Betätigung des AF-Startschalters **27**.

Vorstehend wurde die Steuerung bei korrekter Fokussierung beschrieben. Ist die Fokussierung aus irgendeinem Grund schwierig oder unmöglich, so tritt die Steuerung in die VDD-Schleifenoperation ein und wird zur Abschalteoperation bei fehlender Fokussierung zurückgeführt. Dies wird im folgenden erläutert.

Bei der ersten AF-Operation startet die Integration, die AF-Sensordaten werden eingegeben und der Defokusbetrag wird berechnet (Schritte S301, NEIN; S303, NEIN; S305, NEIN; S307). Ist ein Berechnen des effektiven Defokusbetrages aus irgendeinem Grund unmöglich, z. B. bei zu schwachem Objektkontrast, so geht die Steuerung von Schritt S309 zu der Suchintegrationsoperation (Schritte S309, NEIN; S311).

In der Suchintegrationsoperation werden die Integration und die Defokusberechnung ausgeführt, um einen gültigen Defokusbetrag zu erhalten, während der AF-Motor **31** von einer Position nahe der Fokusposition zu einer Unendlichposition betrieben wird. Ergibt sich auch bei dieser Suchintegration kein gültiger Defokusbetrag, so wird der AFNG-Merker auf 1 gesetzt und die Steuerung zu der Abschalteoperation bei Schritt S217 zurückgeführt.

Wenn die Steuerung in die Suchintegrationsoperation (Suchoperation) eintritt, so wird der AF-Motor **31** zunächst in Suchrichtung betrieben (in Richtung zur Naheinstellung), und der Suchmerker wird auf 1 gesetzt, um die Integration mit dem AF-Sensor **21** einzuleiten. Ist die Integration abgeschlossen, so wird der integrierte Wert als AF-Sensordaten ausgegeben um den Defokusbetrag zu berechnen (Schritte S311, S313, S315). Ergibt sich ein gültiger Defokusbetrag, so geht die Steuerung zur Antriebsrichtungsprüfoperation (Schritt S317, JA).

Ergibt sich kein gültiger Defokusbetrag, so wird die Steuerung zur VDD-Schleifenoperation zurückgeführt, um die Operationen bei Schritt S207 und folgenden Schritten auszuführen (Schritte S317, NEIN; S319).

Der AF-Motor-Suchbetrieb ist eine Betriebsart, bei der der AF-Motor **31** zunächst in Richtung zur Naheinstellung be-

trieben wird, und wenn die Fokussierlinse 12 die Grenze für geringe Entfernung erreicht, so wird der AF-Motor 31 in entgegengesetzter Richtung betrieben (d. h. in Richtung zur Unendlich-Position). Wenn die Fokussierlinsengruppe 12 die Grenzstellung bzw. die Unendlichstellung erreicht und zum Stillstand kommt, wird der AF-Motor 31 abgeschaltet. Ergibt sich während des Suchbetriebes ein gültiges Rechenergebnis, so wird der AF-Motor 31 entsprechend dem gültigen Wert des Defokusbetrages betrieben.

Wenn die Steuerung in die Operation bei Schritt S205 der VDD-Schleifenoperation eintritt, wird der Überlappungsmerker freigegeben. Da der Suchmerker auf 1 gesetzt ist, tritt die Steuerung bei Schritt S303 in die Suchintegrationsoperation ein, und die Operationen bei Schritt S313 und folgenden Schritten werden durchgeführt. Wird kein gültiges Rechenergebnis erzielt, wenn die Fokussierlinsengruppe 12 die Unendlichstellung erreicht, so geht die Steuerung zur AFNG-Operation, bei der der AFNG-Merker auf 1 gesetzt wird. Danach wird die Steuerung zur VDD-Schleifenoperation zurückgeführt und tritt in die Abschaltoperation bei Schritt S217 ein (Schritte S317, NEIN; S319, JA; S391).

Die vorstehende Beschreibung betrifft den Fall, daß kein gültiges Rechenergebnis von Beginn an erzielt wird. Tritt ein gültiges Rechenergebnis ein, wodurch die Fokussierlinsengruppe 12 bewegt, jedoch kein fokussierter Zustand erreicht wird, wenn kein gültiges Rechenergebnis durch die Reintegrationsoperation (Schritte S381; S383) erzielt wird, so geht die Steuerung von Schritt S385 zu der AFNG-Operation. Der AFNG-Merker wird in der AFNG-Operation auf 1 gesetzt, und danach wird die Steuerung zur VDD-Schleifenoperation zurückgeführt und tritt in die Abschaltoperation bei Schritt S217 ein (S385, NEIN; S391).

Eine Unterbrechungsoperation, durch die die Rechen/Steuerschaltung 23 über einen Zeitgeber die vorstehenden Operationen in regelmäßigen Intervallen unterbricht, wird im folgenden an Hand der Fig. 10 beschrieben. Zunächst werden mit dem Bewegungsdetektor 19 die Verstellbetragsdaten aus der Referenzposition der Fokussierlinsengruppe 12 erfaßt und bei Schritt S401 eingegeben. Die Verstellbetragsdaten sind mit Ad bezeichnet. Die Objektentfernung a ergibt sich durch Rechnung aus den Verstellbetragsdaten (Schritt S403). Die erhaltene Objektentfernung wird auf der Anzeige 17 dargestellt (Schritt S405).

Der Zustand des AF-Schalters 29 wird bei Schritt S407 eingegeben. Ist der AF-Schalter 29 geöffnet, d. h. der gegenwärtige Betriebszustand ist nicht der AF-Betrieb, werden die manuelle Fokussierung sowie der fehlende Fokussierzustand dargestellt (Schritte S407; S409, NEIN; S411; S413). Dann wird die Steuerung zurückgeführt. Ist der AF-Schalter 29 geschlossen, d. h. der gegenwärtige Betriebszustand ist der AF-Betrieb, so wird dieser Betriebszustand dargestellt (Schritte S407; S409, JA; S415). Dann wird der Fokussiermerker geprüft. Ist er auf 1 gesetzt, so wird der fokussierte Zustand dargestellt (Schritte S417, JA; S419). Ist der Fokussiermerker auf 0 gesetzt, so wird der nicht fokussierte Zustand dargestellt (Schritte S417, NEIN; S421).

Die vorstehende Unterbrechungsoperation kann auf der Anzeige 17a im Sichtfeld der Anzeige 17 die gegenwärtig fokussierte Objektentfernung bei Autofokus- und bei manueller Betriebsart anzeigen.

Da der Benutzer visuell die Scharfeinstellung prüfen und erfassen kann, wenn er ein Objekt über das Kollimationsfernrohr des automatischen Nivelliergeräts 10 anvisiert, wobei ein geringfügiger Defokusbetrag existiert, kann er den Eindruck eines fokussierten Bildes haben, auch wenn das Fernrohr nicht tatsächlich genau fokussiert ist. Auch wenn also keine genaue Fokussierung erfolgt, wird der fokussierte Zustand angenommen, solange der Defokusbetrag so gering ist, daß der Benutzer ihn nicht wahrnimmt. Somit kann die zum Fokussieren erforderliche Zeit verkürzt und ein "Jagen" des Fernrohrs verhindert werden.

Es trifft aber zu, daß der Fehler der Objektentfernung größer wird, wenn sie aus der Position der fokussierten Linsengruppe 12 abgeleitet wird, bei der in beschriebener Weise eine geringfügige Defokussierung vorliegt.

Deshalb wird bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung bei der automatischen Fokussierung der zulässige Defokusbetrag begrenzt und die Objektentfernung mit diesem Defokusbetrag ermittelt.

Fig. 11 zeigt das zweite Ausführungsbeispiel der Erfindung in Form eines Fluß-diagramms der Entfernungsanzeige. Diese Anzeige wird entsprechend einer zwangsweisen Unterbrechung mit regelmäßigen Intervallen mittels eines Zeitgebers ähnlich wie die Entfernungsanzeige in Fig. 10 betätigt.

Wenn die Steuerung in diese Entfernungsanzeigeoperation eintritt, so wird zunächst bei Schritt S501 die Anzahl der Berechnungen freigegeben. Die Anzahl der Berechnungen betrifft einen Zähler, der diese Anzahl der Berechnungen des Defokusbetrags zählt und steuert. Der Linsenpositionszählwert wird dann von dem Bewegungsdetektor 19 eingegeben, und die AF-Sensordaten werden gleichfalls eingegeben, um den Defokusbetrag zu berechnen (Schritte S503; S505).

Dann wird der Fokussiermerker geprüft. Ist er auf 1 gesetzt, so wird der Wert 1 der Anzahl der Berechnungen hinzugefügt, und wenn der gegenwärtige Wert der Anzahl Berechnungen mit N nicht übereinstimmt, wird die Steuerung zu Schritt S505 zurückgeführt (Schritte S507, JA; S508; S509, NEIN; S505). Wird der fokussierte Zustand erreicht, werden die Berechnungen des Defokusbetrags mehrmals wiederholt, um die Genauigkeit zu erhöhen. Werden die Defokusbeträge N mal durchgeführt, so ergibt sich ein mittlerer berechneter Defokusbetrag, und die Linsenpositionsdaten werden geändert, wonach die Steuerung zu Schritt S515 geht (Schritte S509, JA; S511; S513; S515). Ist das Fernrohr nicht fokussiert, so springt die Steuerung von Schritt S507 zu Schritt S515 (Schritte S507, NEIN; S515).

Die Objektentfernung a wird bei Schritt S515 aus den Linsenpositions-Zählwert und den geänderten Linsenpositionsdaten berechnet. Die berechnete Objektentfernung a wird dann im Sichtfeld der Anzeige 17 oder mit dem Anzeigeprojektor 172 dargestellt (Schritt S517).

Danach wird der Fokussiermerker geprüft. Der fokussierte Zustand wird dargestellt (Schritte S519, JA; S521), und der nicht fokussierte Zustand kann gleichfalls dargestellt werden (Schritte S519, NEIN; S523). Dann wird der Zustand des AF-Schalters 29 bei Schritt S525 eingegeben. Bei der AF-Betriebsart (AF-Schalter 29 geschlossen) wird der AF-Betrieb dargestellt und die Steuerung zurückgeführt (Schritte S527, JA; S529). Bei der manuellen Fokussierung (AF-Schalter 29 geöffnet) wird diese Betriebsart dargestellt (Schritte S527, NEIN; S531). Ist bei der manuellen Fokussierung der Defokusbetrag gültig, so werden die Defokusrichtung und der Defokusbetrag dargestellt und die Steuerung zurückgeführt (Schritte S533, JA; S535). Ist der Defokusbetrag ungültig, so wird die Steuerung durch Überspringen von Schritt S535 zurückgeführt (Schritt S533, NEIN).

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Objektentfernung nicht nur unter Anwendung der Posi-

tion der Fokussierlinsengruppe 12, sondern auch unter Anwendung des mit dem AF-Sensor 21 erfaßten Defokusbetrags dargestellt, so daß eine genauere Objektentfernung erfaßt und angezeigt wird.

Entsprechend einem weiteren Aspekt der Erfindung werden die Defokusrichtung und der Defokusbetrag dargestellt, und daher ist es möglich, das Erreichen des genauen Fokussierzustandes zu prüfen. Bei fehlender Fokussierung ist es möglich, die vordere oder die hintere Fokusslage sowie den Fehlerbetrag festzustellen.

Obwohl bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen die Entfernungsinformation im Sichtfeld dargestellt wird, soll dies nicht einschränkend verstanden werden. Diese Anzeige kann auch außerhalb des optischen Instruments realisiert werden. Außerdem kann die Erfindung in gleicher Weise auch auf andere Vermessungsinstrumente wie z. B. einen Theodoliten oder eine Gesamtstation sowie auf ein optisches Teleskopsystem wie z. B. ein Teleskop oder ein Doppelfernrohr angewendet werden.

Wie die vorstehende Beschreibung ergibt, wird bei der Erfindung die Objektentfernung im Sichtfeld dargestellt und aus der Position der Fokussierlinsengruppe abgeleitet. Somit kann der Benutzer die Objektentfernung leicht überprüfen, während er das Objekt anvisiert.

Bei der in Anspruch 13 beschriebenen Vorrichtung zum Erfassen des Defokusbetrags wird die Position der Fokussierlinsengruppe entsprechend dem erfaßten Defokusbetrag verändert. Auf diese Weise wird die Objektentfernung genauer erfaßt.

Patentansprüche

1. Anzeige für ein optisches Instrument mit einem optischen System zum Betrachten eines durch ein Objektivsystem mit Fokussierlinsengruppe erzeugten Bildes, mit einer Vorrichtung zum Erfassen der Position der Fokussierlinsengruppe, einer Vorrichtung zum Erfassen der Objektentfernung aus der Position der Fokussierlinsengruppe und einer Vorrichtung zur Anzeige der erfaßten Objektentfernung.
2. Anzeige nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein internes Anzeigefeld im Sichtfeld des optischen Betrachtungssystems, auf dem die Objektentfernung dargestellt wird.
3. Anzeige nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Instrument ein Teleskop ist, das von der Objektseite her gesehen eine feststehende Objektivlinsengruppe, eine bewegliche Fokussierlinsengruppe, ein optisches Bildaufrichtungssystem und eine Okularlinsengruppe enthält.
4. Anzeige nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Instrument ein Kollimationsfernrohr eines automatischen Nivelliergeräts ist, das von der Objektseite her gesehen eine feststehende Objektivlinsengruppe, eine bewegliche Fokussierlinsengruppe, ein Horizontal-Kompensationssystem und eine Fokussierplatte sowie eine Okularlinsengruppe enthält.
5. Anzeige nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Umfang der Fokussierplatte ein Anzeigefeld vorgehen ist.
6. Anzeige nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Instrument ferner enthält: ein optisches Strahlenteilersystem zwischen dem Horizontal-Kompensationssystem und der Fokussierplatte, eine AF-Sensoreinheit zum Erfassen eines fokussierten Zustandes durch Aufnahme von durch Reflexion in dem Strahlenteilersystem abgeteiltem Licht, und einen Linsenantrieb zum Bewegen der Fokussierlinsengruppe entsprechend einem mit der AF-Sensoreinheit erfaßten Fokussierzustand.
7. Anzeige nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das interne Anzeigefeld Teil eines optischen Projektionssystems ist, das eine Entfernungsinformation auf das Strahlenteilersystem abgibt, um sie auf den Umfang der Fokussierplatte zu projizieren.
8. Anzeige nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Instrument ferner eine Vorrichtung zur manuellen Fokussierung und Bewegung der Fokussierlinsengruppe enthält.
9. Anzeige nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Bewegung der Fokussierlinsengruppe die Objektentfernung erfaßt und eine entsprechende Information auf dem Anzeigefeld dargestellt wird.
10. Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektentfernung aus einem Verstellbetrag der Fokussierlinsengruppe gegenüber einer Referenzposition berechnet wird.
11. Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Speicher, aus dem die Objektentfernung als Tabellenwert entsprechend einer Position der Fokussierlinsengruppe ausgelesen wird, die mit der Positionserfassungsvorrichtung erfaßt wird.
12. Anzeige nach einem der Ansprüche 3 bis 11, gekennzeichnet durch einen Autofokus-Startschalter, durch dessen Betätigung der Linsenantrieb stillsetzbar ist, wonach die erfaßte Objektentfernung auf dem Anzeigefeld für eine vorbestimmte Zeit dargestellt wird.
13. Anzeige für ein optisches Instrument mit einem optischen Betrachtungssystem zum Betrachten eines auf einer vorbestimmten Fokussierebene mit einem Objektivsystem mit Fokussierlinsengruppe erzeugten Bildes, mit: einem zwischen dem Objektivsystem und dem Betrachtungssystem angeordneten Strahlenteilersystem, einer Vorrichtung zum Erfassen eines Defokusbetrages an einer Position äquivalent der Fokussierebene durch Aufnahme mit dem Strahlenteilersystem abgeteilten Lichtes, einen Linsenantrieb zum Bewegen der Fokussierlinsengruppe entsprechend einem erfaßten Defokusbetrag derart, daß dieser minimiert wird, einer Vorrichtung zum Erfassen der Position der Fokussierlinsengruppe, einer Vorrichtung zum Erfassen der Objektentfernung entsprechend der Position der Fokussierlinsengruppe und dem Defokusbetrag, und einer Anzeigevorrichtung zum Darstellen der erfaßten Objektentfernung.
14. Anzeige nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigevorrichtung ein internes Anzeigefeld ist, das im Sichtfeld des Betrachtungssystems die Objektentfernung darstellt.

15. Anzeige nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenantrieb die Bewegung der Fokussierlinsengruppe stillsetzt, wenn ein Absolutwert des erfaßten Defokusbetrages kleiner als ein vorbestimmter Wert wird.

16. Anzeige nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmessvorrichtung die Objektentfernung als Mittelwert mehrerer Berechnungen des Defokusbetrages ableitet, nachdem der Linsenantrieb die Bewegung der Fokussierlinsengruppe unterbrochen hat.

17. Anzeige nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Anzeigefeld außer der Objektentfernung mindestens den Fokussier- bzw. Fehlfokussierzustand, die Fokussierrichtung oder den Defokusbetrag darstellt.

18. Anzeige nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Instrument ein Teleskop ist, das von der Objektseite her gesehen eine feststehende Objektivlinsengruppe, eine bewegliche Fokussierlinsengruppe, ein optisches Bildaufrichtungssystem und eine Okularlinsengruppe enthält.

19. Anzeige nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Instrument ein Kollimationsfernrohr eines automatischen Nivelliergeräts ist, das von der Objektseite her gesehen eine feststehende Objektivlinsengruppe, eine bewegliche Fokussierlinsengruppe, ein Horizontal-Kompensations- und Bildaufrichtungssystem, ein Strahlenteilersystem, eine Fokussierplatte und eine Okularlinsengruppe enthält.

20. Anzeige nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das interne Anzeigefeld ferner im Umfangsbereich der Fokussierplatte angeordnet ist.

21. Anzeige nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das interne Anzeigefeld Teil eines optischen Projektionssystems ist, das eine Entfernungsinformation auf das Strahlenteilersystem abgibt, um sie auf den Umfang der Fokussierplatte zu projizieren.

22. Anzeige nach einem der Ansprüche 13 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Instrument ferner eine Vorrichtung zur manuellen Fokussierung und Bewegung der Fokussierlinsengruppe enthält.

23. Anzeige nach einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß bei Bewegung der Fokussierlinsengruppe die Objektentfernung erfaßt und eine entsprechende Information auf dem Anzeigefeld dargestellt wird.

24. Anzeige nach einem der Ansprüche 13 bis 23, gekennzeichnet durch einen Speicher, aus dem die Objektentfernung als Tabellenwert entsprechend einer Position der Fokussierlinsengruppe ausgelesen wird, die mit der Positionserfassungsvorrichtung erfaßt wird.

25. Anzeige nach einem der Ansprüche 13 bis 24, gekennzeichnet durch einen Autofokus-Startschalter, durch dessen Betätigung der Linsenantrieb stillsetzbar ist, wonach die erfaßte Objektentfernung auf dem Anzeigefeld für eine vorbestimmte Zeit dargestellt wird.

26. Optische Einrichtung für ein Vermessungsinstrument, umfassend:

ein optisches Teleskopsystem mit einer Objektivlinsengruppe, mit einer Fokussierlinsengruppe, mit einer Fokussierplatte, mit einer Okularlinsengruppe zum Betrachten auf der Fokussierplatte über die Objektivlinsengruppe und die Fokussierlinsengruppe erzeugter Objektbilder, mit einer Linsenpositions-Erfassungsvorrichtung zum Erfassen des Verstellbetrages der Fokussierlinsengruppe gegenüber einer vorbestimmten Referenzposition, mit einer Entfernungsmessvorrichtung zum Erfassen der Objektentfernung aus der Position der Fokussierlinsengruppe entsprechend dem erfaßten Verstellbetrag, und mit einer Anzeigevorrichtung zur Anzeige der erfaßten Objektentfernung.

27. Einrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmessvorrichtung die Objektentfernung abhängig von dem Verstellbetrag der Fokussierlinsengruppe, der zuvor bestimmten Brennweite der Objektivlinsengruppe, der Brennweite der Fokussierlinsengruppe und dem Abstand zwischen der Objektivlinsengruppe und der Fokussierlinsengruppe bei der Referenzposition berechnet.

28. Einrichtung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher zum Speichern von Tabellendaten des Zusammenhangs des Verstellbetrages der Fokussierlinsengruppe gegenüber der Referenzposition und der Objektentfernung vorgesehen ist, und daß die Entfernungsmessvorrichtung die Objektentfernung durch Auswahl aus dem Speicher entsprechend dem Verstellbetrag erfaßt.

29. Einrichtung nach Anspruch 26, 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß ein optisches Strahlenteilersystem zwischen der Fokussierlinsengruppe und der Fokussierplatte angeordnet ist, daß eine Fokuserfassungsvorrichtung, die einen abgeteilten Strahlenanteil aus dem Strahlenteilersystem aufnimmt, den Defokusbetrag eines Objekts an einer Position äquivalent der Position der Fokussierplatte erfaßt, und daß die Entfernungsmessvorrichtung die korrigierte Objektentfernung durch Einsetzen eines Mittelwertes mehrerer Defokusbeträge erfaßt.

30. Einrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Fokussierlinsengruppe und der Fokussierplatte ein optisches Strahlenteilersystem vorgesehen ist, daß eine Fokuserfassungsvorrichtung einen abgeteilten Strahlenanteil aufnimmt, um die Defokusrichtung und den Defokusbetrag eines Objekts an einer Position äquivalent der Position der Fokussierplatte zu erfassen, und daß die Anzeigevorrichtung außer der Objektentfernung mindestens den fokussierten bzw. fehlfokussierten Zustand, die Defokusrichtung oder den Defokusbetrag darstellt.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

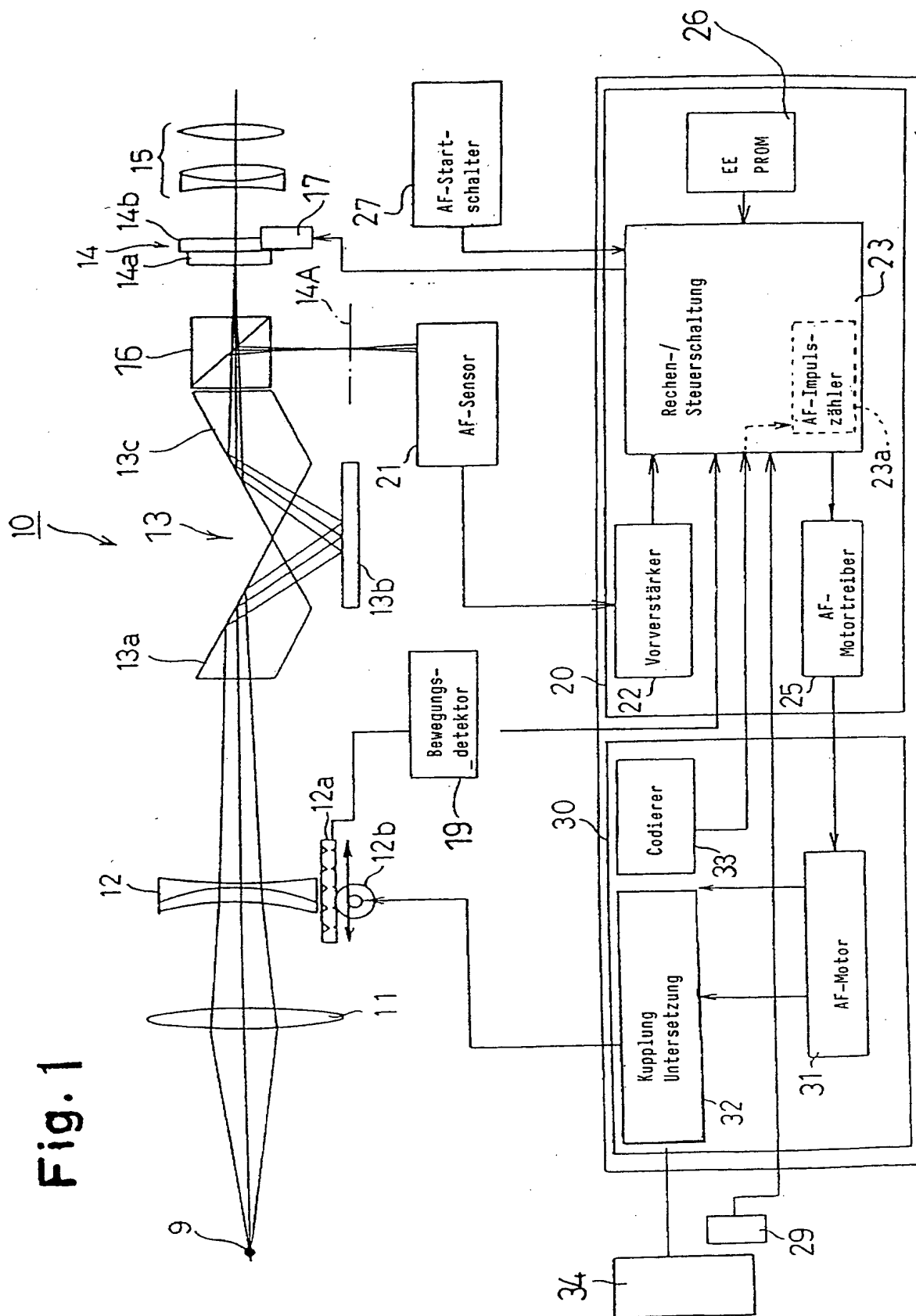


Fig. 2

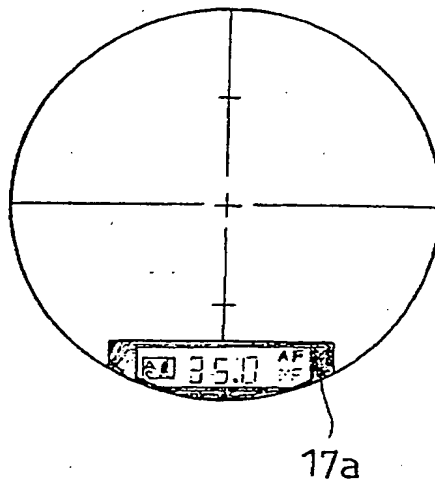


Fig. 4

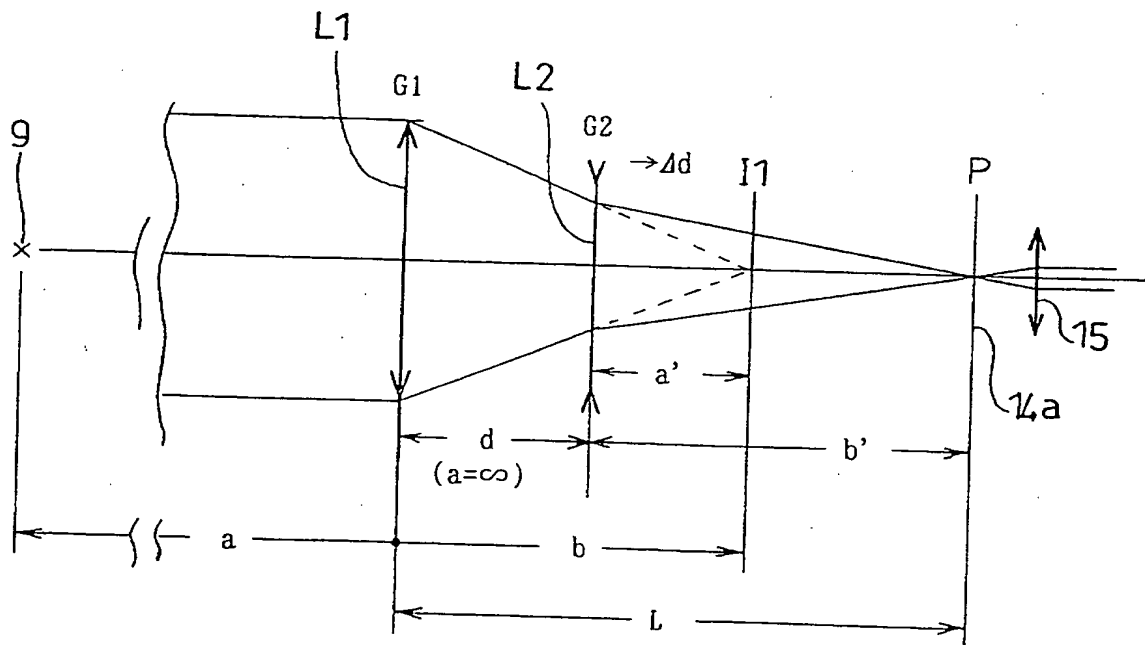


Fig. 3

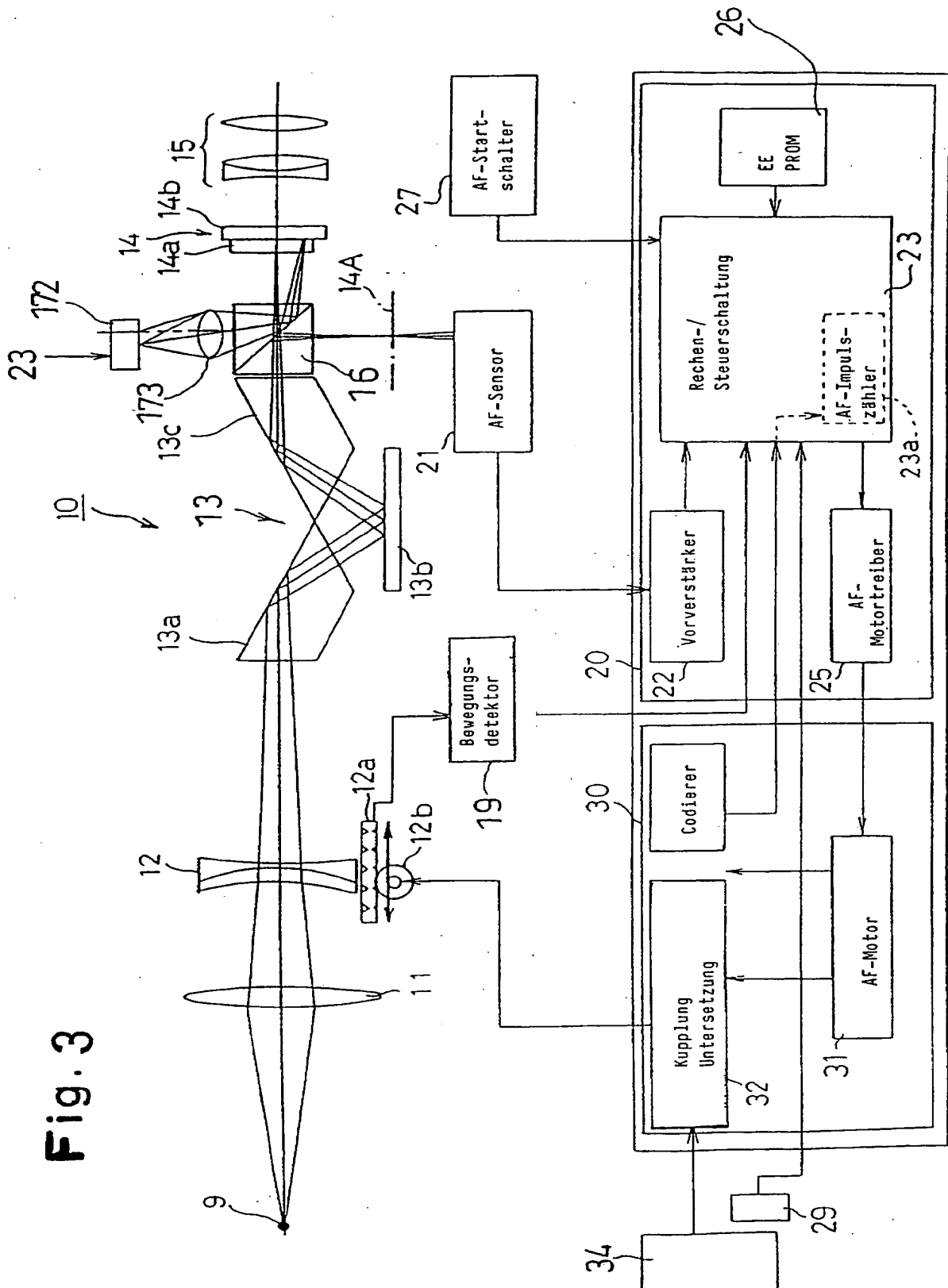


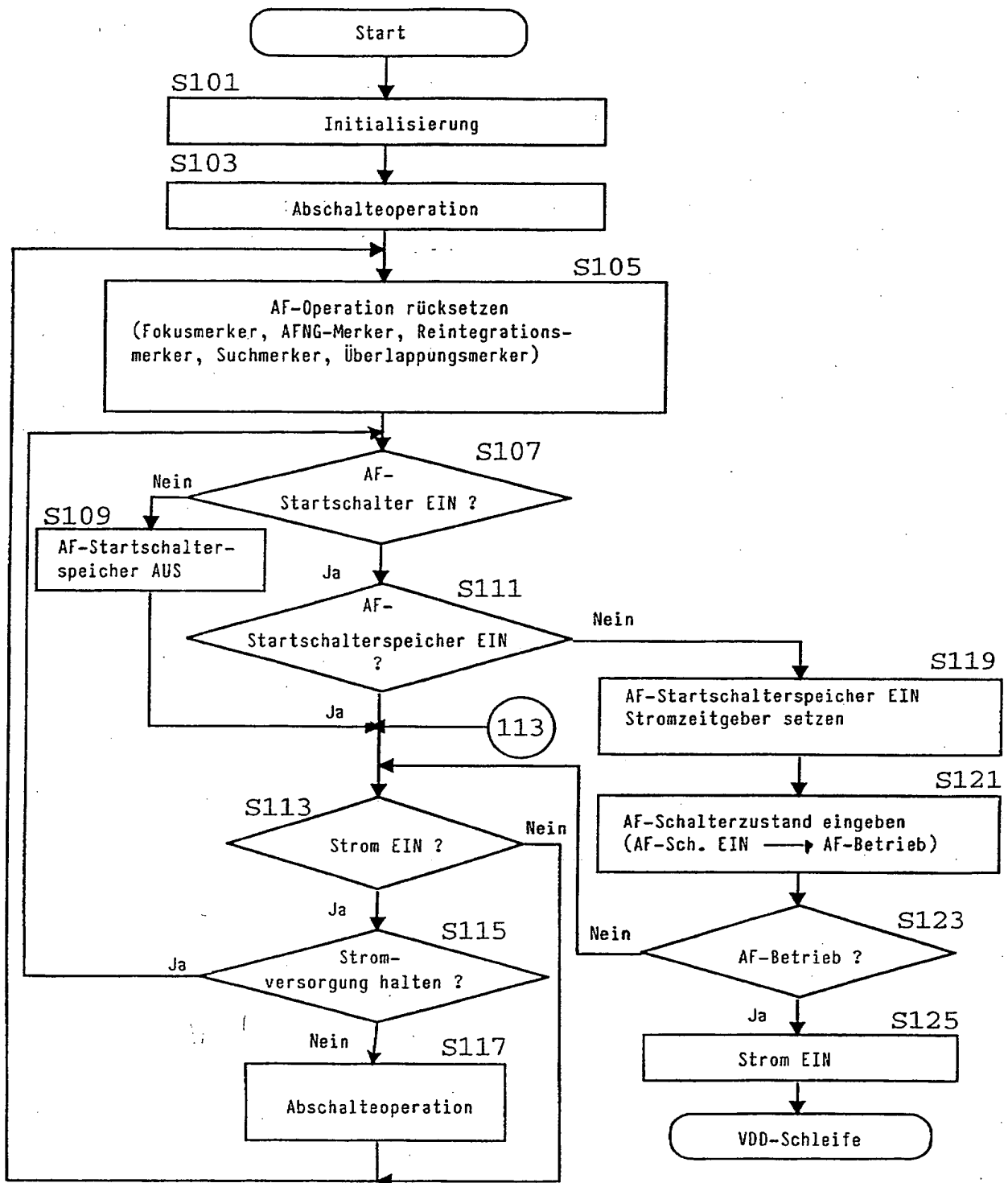
Fig. 5

Fig. 6

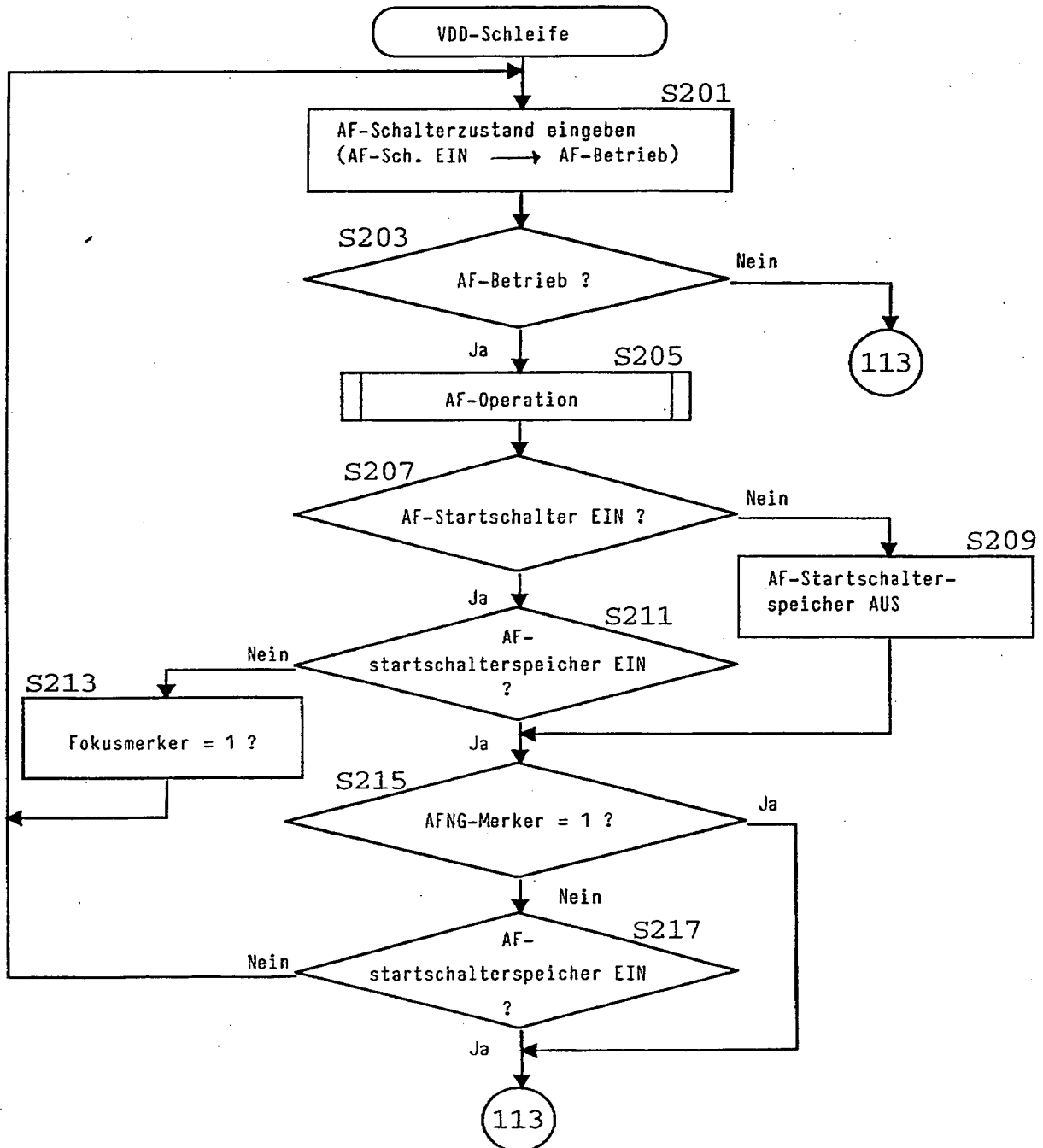


Fig. 7

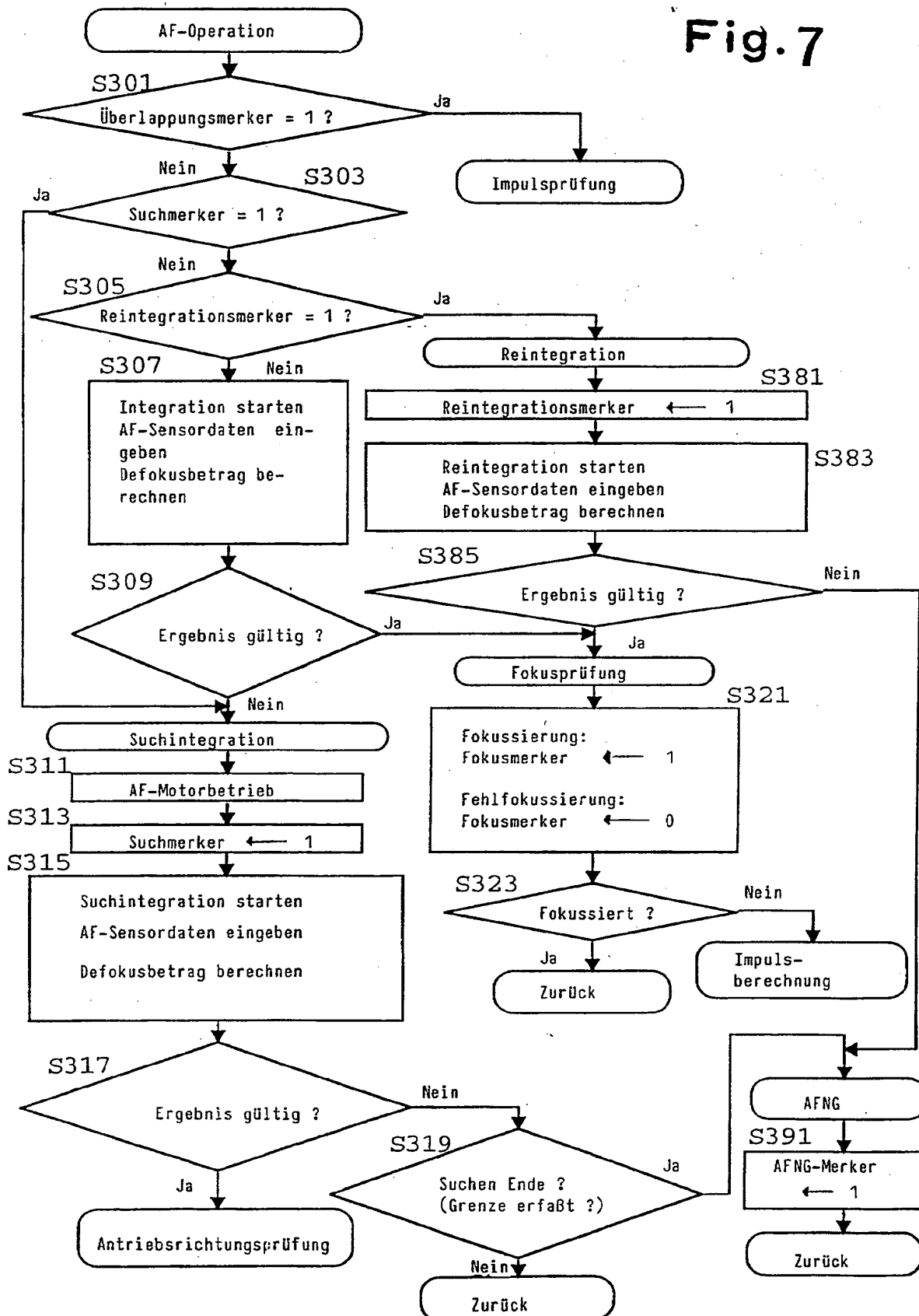


Fig. 8

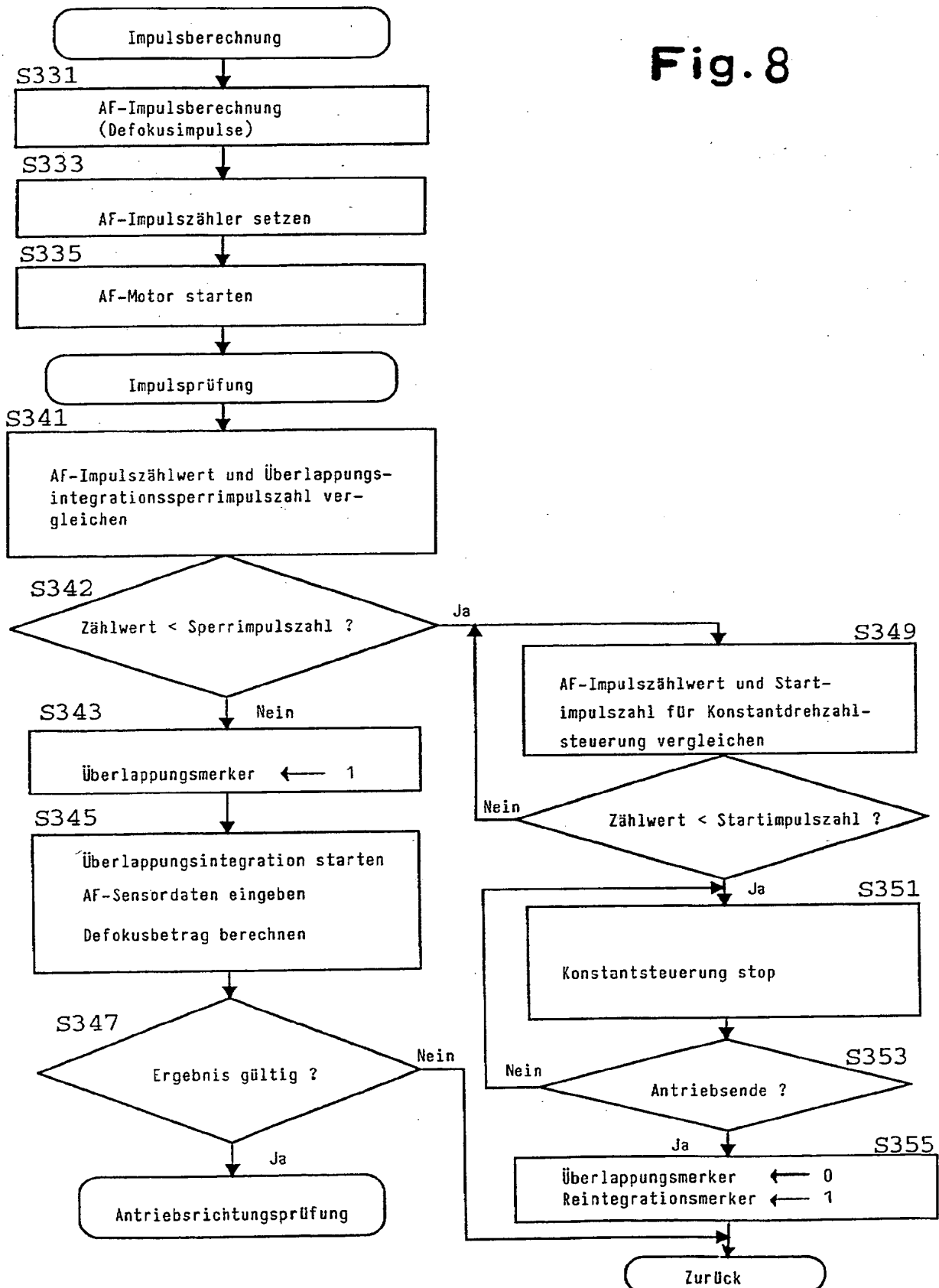


Fig.9

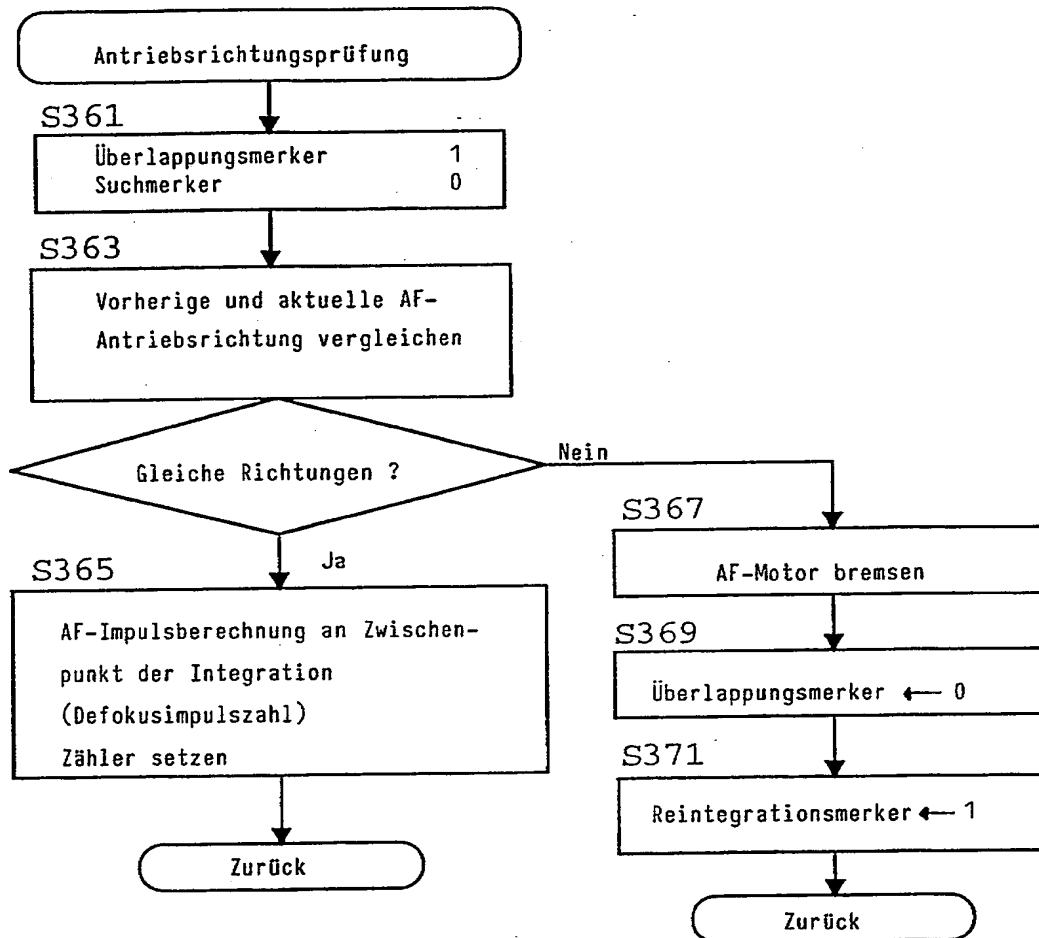


Fig. 10

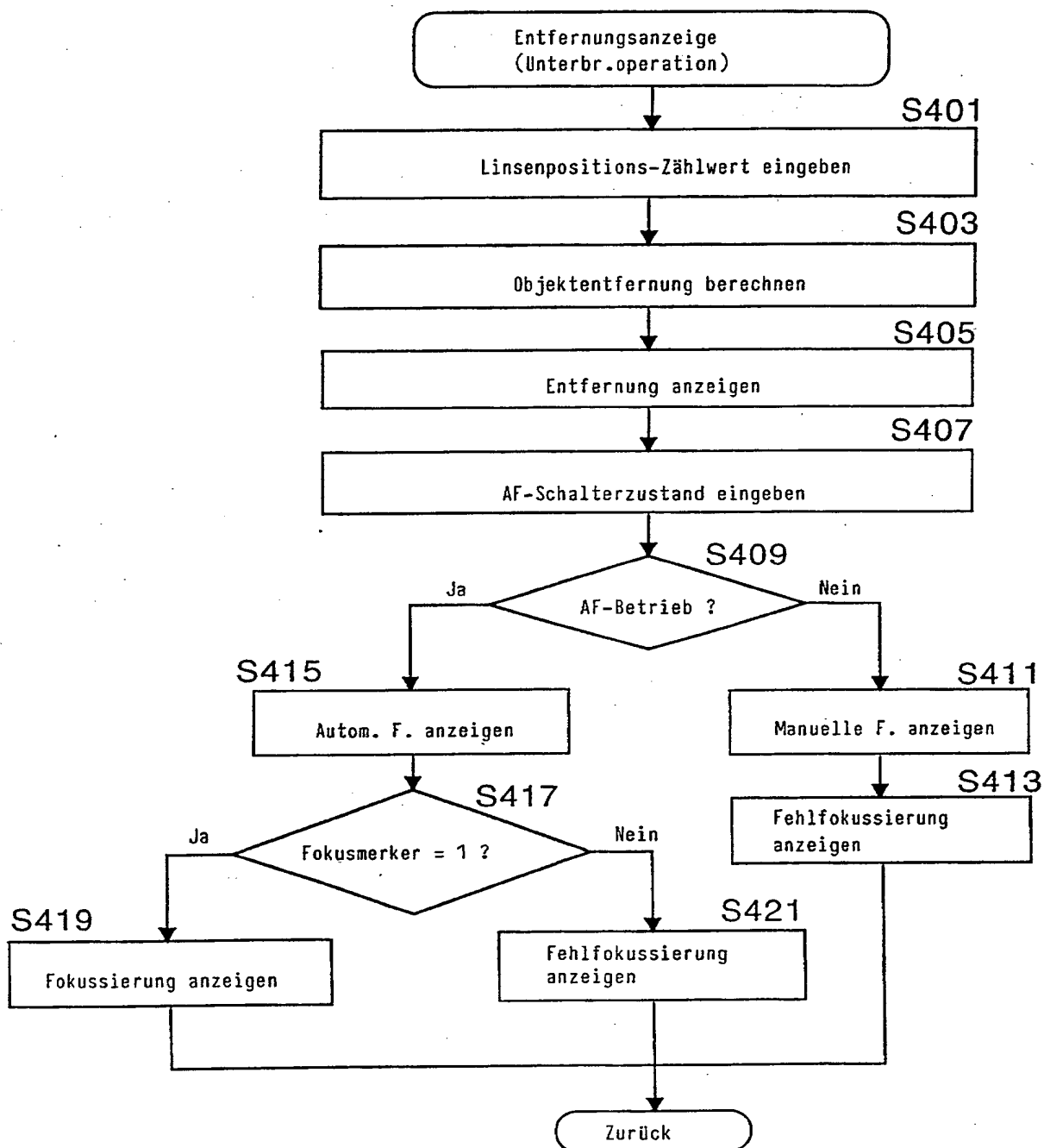


Fig. 11

